

**University of Groningen**

## **Substrate generated properties of ultra thin epitaxial films of some metal oxides**

Hak, Sjoerd Jelle

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2006

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Hak, S. J. (2006). *Substrate generated properties of ultra thin epitaxial films of some metal oxides*. s.n.

### **Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

### **Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.*

# Samenvatting

Tijdens mijn promotie-onderzoek is vaak aan mij de vraag gesteld: "Wat doe jij nou eigenlijk precies?". In deze samenvatting probeer ik daar nog maar weer eens een antwoord op te geven en hopelijk zonder in te veel vakjargon te stranden. In dit proefschrift hebben we het gehad over dunne lagen van o.a. titaanoxide, vanadiumoxide chroomoxide en ijzeroxide met verschillende verhoudingen tussen het metaal en het zuurstof. De dunne lagen zijn echt dun, namelijk een paar miljoenste van een milimeter, oftewel een paar nanometer. Deze dunne lagen maken we door het materiaal voor de laag in vacuüm te verdampen en neer te laten slaan op een dun plakje van een kristal, een zogenaamd substraat. Door de opdampsnelheid te variëren en een geschikt substraat te kiezen kan de dunne laag in een gekristalliseerde vorm op het substraat groeien.

In hoofdstuk 2 hebben we het gehad over de invloed van het substraat op de groei en eigenschappen van  $\text{TiO}_x$  met  $x$  variërend tussen 0.71 en 1.28. Eigenlijk zijn dit dus twee effecten door elkaar heen, namelijk het effect van het substraat en het effect van het zuurstofgehalte op de eigenschappen van de dunne laag. Wat uit onze metingen naar voren komt is dat er, boven een bepaalde waarde op onze schaal, een superstructuur optreedt. Een superstructuur is een kristalstructuur die een grotere eenheidscel heeft dan het moedermateriaal waaruit de superstructuur ontstaat. We zijn in staat geweest, door het maken van zogenaamde RHEED rotatie plaatjes, deze superstructuur te bepalen. Het blijkt om een materiaal te gaan met een eenheidscel die anderhalf keer zo groot is als die van de basisstructuur NaCl. Deze cel heeft dan ook 6 in plaats van 4 posities voor de atomen beschikbaar. Omdat we  $\text{TiO}_x$  maken, met een verhouding titaan : zuurstof van 1 : 1, is er dus plek voor 3 titaan atomen en 3 zuurstof atomen. Het blijkt dat ergens in die cel een zuurstof atoom mist, en is er een zogenaamde 'vacancy'. Deze is verantwoordelijk voor de superstructuur. We hebben ook elektrische weerstandsmetingen uitgevoerd op onze dunne lagen. Het blijkt dat we een ander gedrag zien van de weerstand uitgezet tegen de temperatuur voor de lagen met en zonder superstructuur. Dit geeft nog maar weer eens aan dat het om twee verschillende soorten lagen gaat.

In hoofdstuk 3 hebben we het over de superstructuur van een heel dunne laag  $\text{Cr}_{1-x}\text{O}$  gehad. Deze hebben we bepaald met behulp van

röntgenstraling geproduceerd in een synchrotron. Een synchrotron is in feite een enorm sterke stralingsbron. Het belangrijkste onderdeel van een synchrotron is een ringvormige geëvacueerde buis met een diameter van een paar honderd meter. In deze buis worden elektronen rondgejaagd met bijna de lichtsnelheid. Omdat de ring niet helemaal rond is, maar op bepaalde punten knikken maakt, wordt er bij deze knikken straling uitgezonden door de elektronen. Deze synchrotron straling bestaat hoofdzakelijk uit heel erg intense röntgenstraling en die kunnen we weer goed gebruiken voor het oplossen van met een normale röntgenbron nauwelijks waarneembare effecten. Uit de metingen die we bij de synchrotron hebben gedaan komt naar voren dat de superstructuur identiek is aan die van titaanoxide uit het vorige hoofdstuk, alleen de oriëntatie ten opzichte van het substraat is anders.

In hoofdstuk 4 hebben we naar polaire oppervlakken gekeken. Dit zijn oppervlakken die zo sterk elektrisch zijn opgeladen dat ze theoretisch niet eens zouden kunnen bestaan. Dit komt omdat er, bij een polair oppervlak, maar één soort atomen aan het oppervlak ligt. In het geval van NaCl, oftewel keukenzout, zou het oppervlak alleen uit òf  $\text{Na}^+$  òf  $\text{Cl}^-$  ionen bestaan. In ons geval zou het oppervlak uit òf  $\text{Ti}^{2+}$  òf  $\text{O}^{2-}$  ionen bestaan. Aan de hand van metingen laten laten we zien hoe dit probleem door de natuur wordt opgelost. De door ons geopperde verklaring is dat de laag niet groeit uit metaal en zuurstof atomen afzonderlijk, maar uit zogenaamde bouwstenen bestaande uit een elektrisch neutrale combinatie van metaal en zuurstof atomen. Als deze neutrale bouwstenen op elkaar gestapeld worden, wordt er wel in een polaire richting gegroeid, maar blijft de laag elektrisch neutraal.